

(11)Publication number : 2002-093445
(43)Date of publication of application : 29.03.2002

(21)Application number : 2000-275638 (71)Applicant : EQUOS RESEARCH CO LTD
(22)Date of filing : 11.09.2000 (72)Inventor : SHIRAIISHI KOICHI

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Fuel cell equipment characterized by establishing a temperature detection means to detect the temperature of the aforementioned fuel cell cell, and an air heating means to heat a supply air based on the temperature of the fuel cell cell detected by this temperature detection means, in fuel cell equipment equipped with a fuel cell cell and an air supply means to supply air to the air pole of this fuel cell cell.

[Claim 2] The aforementioned air supply means is fuel cell equipment according to claim 1 characterized by being a rotation fan.

[Claim 3] The aforementioned temperature detection means is fuel cell equipment according to claim 1 or 2 characterized by detecting the temperature of the eccrisis air from a fuel cell cell.

[Claim 4] The aforementioned temperature detection means is fuel cell equipment according to claim 1, 2, or 3 characterized by detecting the temperature of the supply air to a fuel cell cell.

[Claim 5] The aforementioned air supply means is fuel cell equipment of a claim 1-4 given in any 1 term characterized by controlling the amount of a supply air based on the temperature of the fuel cell cell detected by the temperature detection means.

[Claim 6] The aforementioned air heating means is fuel cell equipment of a claim 1-5 given in any 1 term characterized by controlling the amount of heating of a supply air based on the temperature of the fuel cell cell detected by the temperature detection means.

[Claim 7] It is fuel cell equipment according to claim 1, 2, or 3 with which it had a water supply means to supply water to the front face of the air pole of the aforementioned fuel cell cell in the state of a liquid, and this water supply means has been arranged between an air heating means and a fuel cell cell.

[Claim 8] In the operating method of fuel cell equipment which heats a supply air by the air heating means according to the temperature of the fuel cell cell detected by the temperature detection means, supplying air to the air pole of a fuel cell cell by the air supply means The operating method of the fuel cell equipment characterized by stopping the operation of the aforementioned heating means when operating the aforementioned heating means when the temperature of the fuel cell cell detected by the aforementioned temperature detection means is less than setting minimum temperature, and exceeding setting upper limit temperature.

[Claim 9] The operating method of the fuel cell equipment according to claim 8 characterized by giving a predetermined temperature gradient between the aforementioned setting upper limit temperature and setting minimum temperature.

[Claim 10] The operating method of the fuel cell equipment according to claim 8 or 9 characterized by starting power generation of a fuel cell if the temperature of the fuel cell cell detected by the aforementioned temperature detection means turns into the minimum temperature which can be fuel cell generated.

[Claim 11] The aforementioned minimum temperature which can be fuel cell generated is the operating method of the fuel cell equipment according to claim 10 characterized by being low temperature from setting minimum temperature.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] Especially this invention relates to the technology of making a fuel cell generating efficiently at the time of low temperature, about fuel cell equipment and its operating method.

[0002]

[Description of the Prior Art] There is a thing using a solid-polymer-electrolyte film as one form of a fuel cell. Since the fuel cell of this form has small generation of heat by the power generation loss, while the generating efficiency in ordinary temperature is good, at low temperature, a generating efficiency has the property of becoming extremely low. Therefore, this fuel cell is difficult to demonstrate power generation capacity sufficient immediately after starting in the cold machine state.

[0003] About the correspondence to such a cold machine state, conventionally, the circulating cooling water of fuel cell equipment is heated, and there is technology which carries out warming up of the fuel cell using this. As one of them, cooling water is heated, it is the method of supplying and carrying out warming up to a fuel cell, for example, with the technology of the indication to JP,7-94202,A, the storage-of-water tank of a cooling-water-flow system is made to carry out the viscous of the heater, and this heater is operated by the electric power supply from a rechargeable battery or a fuel cell at the time of starting. Moreover, there is also a method of sending and carrying out warming up of the air warmed by the heat accompanying the adiabatic compression of an air supply compressor as other methods in the fuel cell equipment which takes the air supply method of a pressure type.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with the technology which heats the above-mentioned cooling water and is supplied to a fuel cell, the heat capacity of a cooling medium and a cooling system is large, and in order to warm the whole fuel cell moreover, the power which pre-heating takes becomes large. Moreover, since it has the cooling circulatory system, the whole stack and whole system of a fuel cell become large-sized. On the other hand, by the method which carries out warming up with the heat accompanying adiabatic compression, the air content which can be supplied has a limit from it being a pressurization method, and the amount of heating is small. Moreover, supply-air temperature becomes high, an elevated temperature portion is made locally, and there is fear of breakage of an electrode, an electrolyte film, and a sealant.

[0005] Then, in the fuel cell equipment which supplies air to a fuel cell, this invention is carrying out warming up of the fuel cell equipment by the supply air, and sets it as the 1st purpose to offer the equipment which the generating efficiency of the fuel cell at the time of starting is raised, or thaws the water in the equipment under [, such as the freezing point,] low temperature. Next, this invention sets it as the 2nd purpose to offer the operating method which the generating efficiency of the fuel cell at the time of starting is raised, or thaws the water in the equipment under [, such as the freezing point,] low temperature in the above-mentioned fuel cell equipment.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, this invention considers as composition that a temperature detection means to detect the temperature of the aforementioned fuel cell, and an air heating means to heat a supply air based on the temperature of the fuel cell detected by this temperature detection means were established in fuel cell equipment equipped with a fuel cell and an air supply means to supply air to the air pole of this fuel cell.

[0007] As for an air supply means, in the above-mentioned composition, considering as a rotation fan is effective.

[0008] As for a temperature detection means, in the composition of one of the above, it is effective to consider as the composition which detects the temperature of the eccentric air from a fuel cell.

[0009] Or the above-mentioned temperature detection means is good also as composition which detects the temperature

THIS PAGE BLANK (USPTO)

of the supply air to a fuel cell cell.

[0010] Moreover, in the composition of one of the above, the air supply means is still more effective, if the composition which controls the amount of a supply air based on the temperature of the fuel cell cell detected by the temperature detection means is taken.

[0011] Moreover, as for an air heating means, in the composition of one of the above, it is also effective to take the composition which controls the amount of heating of a supply air based on the temperature of the fuel cell cell detected by the temperature detection means.

[0012] Furthermore, in the composition of one of the above, it has a water supply means to supply water to the front face of the air pole of a fuel cell cell in the state of a liquid, and, as for this water supply means, it is also effective to take the composition arranged between an air heating means and a fuel cell cell.

[0013] Next, it is set to the operating method of fuel cell equipment which heats a supply air by the air heating means according to the temperature of the fuel cell cell detected by the temperature detection means, this invention supplying air to the air pole of a fuel cell cell by the air supply means. When the temperature of the fuel cell cell detected by the aforementioned temperature detection means is less than setting minimum temperature, the aforementioned heating means is operated, and when exceeding setting upper limit temperature, it considers stopping the operation of the aforementioned heating means as composition.

[0014] In the above-mentioned method, it is effective to make it the composition which gave the predetermined temperature gradient between setting upper limit temperature and setting minimum temperature.

[0015] In the method of one of the above, if the temperature of the fuel cell cell detected by the temperature detection means turns into minimum temperature which can be fuel cell generated, constituting [which starts power generation of a fuel cell] is effective.

[0016] As for the minimum temperature which can be fuel cell generated, in the method of one of the above, it is effective to consider as low temperature from setting minimum temperature.

[0017]

[Function and Effect of the Invention] With the composition of the claim 1 aforementioned publication, warming-up time which high heating capacity can be set up, and the generating efficiency of the fuel cell at the time of starting is raised by that cause, or thaws the ice in the equipment under [, such as the freezing point,] low temperature can be shortened by heating the air supplied to a fuel cell cell according to the temperature of a fuel cell cell, without causing enlargement of equipment, since warming up of the fuel cell cell can be carried out by the supply air.

[0018] And if it is composition according to claim 2, since reservation of the flow rate of a supply air will become easy compared with the air supply of a pressure type, sufficient heating capacity according to the temperature of a fuel cell cell can be obtained also at the time of low temperature.

[0019] Furthermore, if it is composition according to claim 3, exact heating according to temperature can be performed by detecting the temperature of a fuel cell cell at the temperature of the ecchrisis air reflecting the reaction state.

[0020] Moreover, if it is composition according to claim 4, the temperature of a fuel cell cell can be controlled more now by detecting the temperature of the supply air to a fuel cell cell to fitness, and, thereby, starting, the freezing point, etc. of a fuel cell can thaw the ice in the equipment under low temperature quickly by it.

[0021] Furthermore, if it is composition according to claim 5, since adjustment also of control of the amount of supply according the temperature of a supply air to an air supply means will be attained under heating by the air heating means, the control which makes temperature of a fuel cell cell a predetermined value becomes easier.

[0022] Moreover, if it is composition according to claim 6, since adjustment will become possible to the air content supplied by the air supply means by control of the amount of heating according the temperature of a supply air to an air heating means, the control which makes temperature of a fuel cell cell a predetermined value becomes easier.

[0023] Furthermore, if it is composition according to claim 7, since it can warm by the supply air by which the water supplied to the front face of the air pole of a fuel cell cell was also heated, the control which makes temperature of a fuel cell cell a predetermined value further becomes easy.

[0024] Next, if it is composition according to claim 8, operation which maintains the temperature of a fuel cell cell within the limits of setting minimum temperature and setting upper limit temperature with the simple on-off control of a heating means will be attained. Thereby, without causing enlargement of equipment, the generating efficiency of the fuel cell at the time of starting can be raised, or the ice in the equipment under [, such as the freezing point,] low temperature can be thawed.

[0025] And if it is composition according to claim 9, the instability of a temperature control can be prevented by giving predetermined width of face between setting upper limit temperature and setting minimum temperature.

[0026] Moreover, if it is composition according to claim 10, operation of a fuel cell can be made to be able to start quickly from the minimum temperature which can be generated, and the energy loss by heating of a supply air can be

THIS PAGE BLANK (USPTO)

prevented.

[0027] Moreover, if it is composition according to claim 11, since setting minimum temperature will turn into temperature higher than the minimum temperature which can be fuel cell generated, a fuel cell can prevent the energy loss by heating of the unnecessary supply air from the stage not to start power generation.

[0028]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained with reference to a drawing. Drawing 1 shows the system configuration of the fuel cell equipment concerning 1 operation gestalt of this invention. The fuel-supply system 2 which this equipment heats the hydrogen absorption warehouse alloy (MH) of the hydrogen tank 20 with a heat exchanger 21 to the fuel electrode which the fuel cell cell (Fuel Cell) 1 and the fuel cell cell 1 do not illustrate, and supplies the hydrogen as fuel gas, It has the air supply system 3 which supplies the air as oxidization gas to the air pole which the fuel cell cell 1 does not illustrate, and the water supply system 4 which supplies water to the fuel cell cell 1 as a main component. Furthermore, according to the feature of this invention, a temperature detection means 5 to detect the temperature of the fuel cell cell 1, and an air heating means 6 to heat a supply air based on the temperature of the fuel cell cell 1 detected by the temperature detection means 5 are established.

[0029] The air supply means 30 of the air supply system 3 is constituted from the rotation fan (henceforth an air supply fan) who supplies air by the ordinary pressure by this gestalt. Moreover, let the temperature detection means 5 be the temperature sensor which detects the temperature T3 of the eccrisis air of the fuel cell cell 1. Furthermore, the water supply means 40 in the water supply system 4 of this equipment shall consist of water-injection nozzles, shall be arranged between the air heating means 6 and the fuel cell cell 1, and water shall be supplied to it by the front face of the air pole of the fuel cell cell 1 in the state of a liquid.

[0030] An air heating means 6 to heat a supply air based on the temperature of the fuel cell main part 1 consists of heaters 60, this heater 60 is connected to the battery 7 as a rechargeable battery which constitutes the drive power supply of incidental facilities, and on-off control of it is made possible by opening and closing of the relay 61 inserted in the connection circuit. Moreover, other relays 11 are inserted in the circuit which connects the external load R which consists of a motor of the fuel cell cell 1 and inverter control etc., and control of the air heating means 6 and related control of this relay 11 are enabled.

[0031] As and it is shown in it, the fuel cell cell 1 is held in the case 10. [drawing 2] [the connection relation between the fuel cell cell 1 and the air supply system 3] [**] [type] The fuel cell cell 1 is constituted as a stack which carried out the laminating set, where each cell module of a tabular with the length (lengthwise size) of the flow direction of air shorter than the length (longitudinal direction size) of the direction which crosses the flow of air is stood. Each cell module is considered as the composition which pinched further what pinched the solid-state polyelectrolyte by the fuel electrode and the air pole with the separator of carbon black. And the fuel electrode of each cell module is connected to introductory piping of hydrogen gas through the through-hole which crosses a module, and the air pole is considered as the composition opened in the case 10 through the air introduction slot of the marginal part of each module. It connects with the manifold 31 and the termination of a manifold 31 is carrying out opening of the air supply means 30 and the case 10 to the upper part of a case 10. The lower part of a case 10 is connected with the heat exchanger 21 shown in drawing 1 through the jet pipe 12. Two or more water-injection nozzles 40 are arranged so that water may be horizontally injected in the upper part of a case 10 with the sense which crosses the flow of a supply air.

[0032] As the hydrogen supply bulb 22 is opened, the air supply fan 30 is started while supplying the hydrogen which carried out occlusion to the hydrogen storing metal alloy as fuel gas to the fuel electrode of the fuel cell cell 1, and an arrow shows to drawing 2, the fuel cell equipment which consists of such composition Air is made to attract from the air supply fan 30, a part of supply air is supplied to the air pole of the fuel cell cell 1 as oxidization gas by the operation sent into a case 10 by air manifold 31 course, and power generation is performed. In the state of this power generation, supply of the water to the fuel cell cell 1 is intermittently performed in the upper part of a case 10 by continuation or making water inject from the water-injection nozzle 40 of a water supply system if needed mainly for cooling. The heated air which escaped from the fuel cell cell 1 within the case 10 goes into a heat exchanger 21 (refer to drawing 1 hereafter) through a duct 12, is dehumidified by the water condenser which carries out heat transfer to the hydrogen storing metal alloy (MH) of the hydrogen tank 20 and which is not illustrated there, and, finally is discharged from a jet pipe.

[0033] In order to make the fuel cell under [, such as the time of starting, or the freezing point,] low temperature generate efficiently especially, in the fuel cell equipment with which air is supplied to the fuel cell cell 1 by the air supply fan 30 by the ordinary pressure as mentioned above, it is necessary to heat fuel cell equipment and to thaw the ice in equipment. Then, an operation control which is stated to the following according to this invention is performed.

[0034] Drawing 3 is a flow chart which shows the content of the warm-up at the time of starting. It shall be started by ON of an ignition switch and this flow starts the air supply to the fuel cell cell 1 by the air supply fan's 30 ON at the

THIS PAGE BLANK (USPTO)

original step S1. Subsequently, Step S2 opens the hydrogen supply bulb 22, supply of hydrogen is started, and the judgment of the air-outlet temperature T3 on the basis of the setting minimum temperature (henceforth the setting temperature 1) as heater warming-up start temperature defined beforehand is started by Step S3 based on the detection value of the temperature detection means 5. By this judgment, when the air-outlet temperature T3 is less than one setting temperature, operation in the following warming-up modes is started.

[0035] If it goes into operation in warming-up mode, a heater 60 will be operated by ON of relay 61 by step S4, and it will supervise by comparison with the setting temperature 2 as minimum temperature as which this also determined the air-outlet temperature T3 beforehand by the following step S5 and which can be generated. If having exceeded the setting temperature 2 by surveillance judgment of Step S5 is checked, fuel cell power generation will be started by ON of the relay 11 by Step S6, and it will supervise shortly by the following step S7 further by comparison with the setting upper limit temperature (henceforth the setting temperature 3) as heater warming-up end temperature which defined the air-outlet temperature T3 beforehand. The relation of each above-mentioned setting temperature is the minimum temperature which can be fuel cell generated. - Since it is 30degreeC-10degreeC, one is made higher than the minimum temperature which can be fuel cell generated about [with a degrees / C-10 degrees / of with a setting temperature of -30 degrees] by C, and, as for the setting temperature 3, it is desirable to consider as about C setting 1+2-degree temperature. Therefore, between each setting temperature, the relation of the setting temperature 2 < setting temperature 1 < setting temperature 3 is materialized. Moreover, the predetermined temperature gradient is given for securing the stability of the on-off control of a heater 60 between the values of the setting temperature 1 and the setting temperature 3. If having exceeded the setting temperature 3 by surveillance judgment of Step S7 is checked, by Step S8, the operation of a heater 60 will be stopped by OFF of relay 61, and it will usually shift to operation. When judgment of the air-outlet temperature T3 of Step S3 is one or more abortive setting temperature the middle, it usually shifts to operation directly, without operating warming-up mode.

[0036] Thus, after being in a steady state through the control at the time of ON of the original ignition switch, control at the time of the stationary shown in following drawing 4 is performed. Drawing 4 is a flow chart which shows the content of the warm-up at the time of a stationary. This flow judges whether a heater 60 is operating by the ON judging of relay 61 by the original step S9. Since this judgment becomes abortive at the beginning, it progresses to Step 10 and judges whether the air-outlet temperature T3 is less than one setting temperature. This setting temperature may be the same as the previous setting temperature 1, and is good also as a setup which is different according to conditions differing in the time of starting and a stationary. If this judgment is materialized, by the following step S11, a heater 60 will be operated by ON of relay 61, and a return will be carried out. And since judgment of step S9 comes to be materialized from a next routine, it judges whether the air-outlet temperature T3 exceeded the setting temperature 3 by Step S12 this time. It may be the same as the previous setting temperature 3 also about this setting temperature 3, and is good also as a different setup. Since this judgment becomes abortive at the beginning, a return is carried out as it is. The return of the operation of a heater 60 is stopped and carried out, using relay 61 as off by Step S13 in the place where judgment of Step S12 was materialized soon. This subsequent routine will perform temperature maintenance shown in drawing 5 which is operation / halt control of the heater 60 by turning on and off of relay 61, and maintains the air-outlet temperature T3 between the setting temperature 1 and the setting temperature 3 a condition [the chill state where the air-outlet temperature T3 turns into less than one setting temperature].

[0037] In this way, supplying air to the air pole of the fuel cell cell 1 by the air supply fan 30 according to this 1st operation gestalt In the fuel cell equipment which heats a supply air at a heater 60 according to the temperature of the fuel cell cell 1 detected by the temperature detection means 5 When the temperature T3 of the fuel cell cell 1 detected by the temperature detection means 5 is less than the setting temperature 1, a heater 60 is operated, and when exceeding the setting temperature 3, operation which stops a heater 60 is performed. And on the occasion of the above-mentioned operation, control which predetermined width of face (it sets in this operation gestalt and is about [2 degrees] C) was maintained between the setting temperature 3 and the setting temperature 1, and was stabilized is performed. Moreover, in this operation, if the temperature T3 of the fuel cell cell 1 detected by the temperature detection means 5 turns into the setting temperature 2 made to correspond to the minimum temperature which can be fuel cell generated, power generation of a fuel cell will be started. This minimum temperature that can be fuel cell generated is low temperature from the setting temperature 1.

[0038] Although this invention was materialized in the above-mentioned 1st operation gestalt by the simplest method that carries out on-off control of the heater 60 according to temperature conditions chiefly, the temperature of the fuel cell cell 1 is controllable by changing supply air volume also under heating by setting a heater 60 to ON. Then, the 2nd operation gestalt which controls supply air volume is explained under a heater ON state below.

[0039] Drawing 6 shows the system configuration of the 2nd operation gestalt. Since the basic composition of this system is the same as that of the aforementioned 1st operation gestalt, difference is mainly explained below. In addition,

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Illustration of a water supply system is omitted in drawing 6. With this gestalt, it replaces with the relay for heater control of the previous 1st operation gestalt, and the power equalization circuit 8 which carries out related control of the air supply fan 30 and the heater 60 is formed. Moreover, temperature detection meanses 5A and 5B to detect the air temperature T1 of the entrance side of the air supply fan 30 who reflects outside air temperature for this related control and the temperature T2 of the outlet side of a heater 60, i.e., the air temperature of a fuel cell entrance side, are added. [0040] Drawing 7 is a flow chart which shows the content of the warm-up at the time of starting in this gestalt. This flow is also started by ON of the air supply fan 30 by Step S1. At the following step S2, it judges whether it is a low, the temperature, i.e., the low-limit-setting temperature, for starting the heater 60 at which the air-outlet temperature T3 was set up beforehand. At the time of the low temperature at which this judgment is materialized, a heater 60 is operated by Step S3. The following step S4 is amount of heating $^{**}t$ from the difference of the air supply fan inlet temperature T1 and a target fuel cell entrance air temperature (it is called T2 aim value). It is the processing for which it asks. This T2 aim value is a fixed value set up as temperature which was most suitable for a fuel cell being supplied, for example, is set about [10 degrees C-30 degrees] to C. In order to determine the air flow rate supplied from the air supply fan 30 at the following step S5, it is required air-flow-rate (g/s) = heater calorific value (J/s)/($^{**}t(K) \times$ excess-air-ratio heat (J/g-K)).

*****. Here, since heater calorific value is control of turning on and off, a fixed value and excess-air-ratio heat are 1.0 (J/g-K). It may be necessary to put a correction factor k into the above-mentioned formula. Then, it is required air-flow-rate (g/s) = $k \times$ heater calorific value (J/s)/($^{**}t(K) \times$ excess-air-ratio heat (J/g-K)).

It becomes. In this way, the obtained required air flow rate determines the supply voltage of air supply fan 30 HE at the following step S6. And air supply fan 30 HE power is supplied at Step S7.

[0041] In this way, by Step S8, it judges whether the fuel cell entrance air temperature T2 has reached T2 aim value (T2 aim value-T2 > 0). Since the fuel cell entrance air temperature T2 will be too low when this judgment is formation, an air flow rate is reduced at the following step S10 (according to xP gain, an air flow rate is reduced in practice (T2 aim value-T2)). case a judgment according to Step S8 on the other hand is abortive -- step S9 -- T2 aim value-T2 < 0

***** -- it judges Since the fuel cell entrance air temperature T2 will be too high when this judgment is materialized, an air flow rate is increased at Step S11 (according to xP gain, an air flow rate is increased in practice (T2 aim value-T2)). It supervises whether the bottom of such control was arrived at at Step S12 at the temperature which stops the heater 60 at which the air-outlet temperature T3 was set up beforehand, i.e., setting upper limit temperature. The processing after step S4 is repeated until this surveillance judgment is materialized. And it progresses to Step S13 in the place where judgment of Step S12 was materialized, a heater 60 is made off, and it usually shifts to operation.

[0042] In the state of supply-air-volume regularity, the same control as the above-mentioned 2nd operation gestalt can also be conversely performed by control of the calorific value of a heater 60. Then, the 3rd operation gestalt which next takes such a control gestalt is explained. Since it becomes what transposed control of the amount of air supply of the 2nd operation gestalt of the real above to control of heater calorific value, the content of control in this case attaches the step number same about the 2nd operation gestalt and a corresponding step, replaces it with explanation, about the step of the portion equivalent to replacement, gives "" to the same number and explains it below.

[0043] In order to determine the calorific value supplied from a heater 60 at Step S'5 in this operation control, it is heater calorific value (J/s) = air-flow-rate (g/s) \times ($^{**}t(K) \times$ excess-air-ratio heat (J/g-K)).

*****. Here, the fixed value and excess-air-ratio heat with which especially an air flow rate does not control are 1.0 (J/g-K). It may be necessary to put a correction factor k into an upper formula also in this case. Then, it is heater calorific value (J/s) = $k \times$ air-flow-rate (g/s) / ($^{**}t(K) \times$ excess-air-ratio heat (J/g-K)).

It becomes. The following step S'6 is processing which determines the supply voltage to a heater 60 with heater calorific value. Moreover, Step S'7 is processing which supplies heater 60 HE power. Furthermore, Step S'10 serves as processing which increases the supply voltage of heater 60 HE (according to xP gain, a supply voltage is increased in practice (T2 aim value-T2)). Step S'11 serves as processing which reduces the supply voltage of HITAHE (a supply voltage is reduced according to xP gain in practice (T2 aim value-T2)) similarly.

[0044] As concrete composition of the air heating means 60 in each above-mentioned operation gestalt, as shown in drawing 2, it allots at the place of the air supply fan's 30 outlet, the structure of heating the passing air directly is common, and the method of securing a touch area is effective, allotting heating wire the letter of meandering, or in the shape of a whorl in this case, and preventing the increase in a pressure loss. As other structures, as shown in drawing 9, it is effective in respect of reduction of the air heating means 60 of the structure of the water-injection nozzle 40 of the air supply manifold 31 of arranging in the upper part further and heating a supply air of a pressure loss, and 1 method also considers as the structure which spread heating wire around in the shape of a grid in this case. Naturally, other methods of heating a supply air can also be taken.

[0045] By heating the air supplied to the fuel cell cell 1 according to the temperature of the fuel cell cell 1 by the

THIS PAGE BLANK (USPTO)

ordinary pressure according to the fuel cell equipment of each aforementioned operation gestalt, as explained in full detail above Warming-up time which high heating capacity can be set up, and the generating efficiency of the fuel cell at the time of starting is raised by that cause, or thaws the ice in the equipment under [, such as the freezing point,] low temperature can be shortened without causing enlargement of equipment, since warming up of the fuel cell cell 1 can be carried out by the supply air. As a pressurization compressor and an ordinary-pressure fan compare the amount of heating at the time of making it air supply temperature become below a upper limit especially and it is shown in drawing 10 , the amount of heating becomes advantageous in that air can be sent in large quantities under few power compared with a pressurized type fuel cell in proportion to an air flow rate and temperature in the case of the large ordinary-pressure air supply type fuel cell like a bird clapper to each aforementioned operation gestalt. Moreover, since the configuration of separator is short to the airstream way lengthwise, compared with a method with long passage length to which general passage bent and which is spiral, the temperature distribution in the fuel cell cell 1 become small. Moreover, in an internal manifold type, since the entrance of an airstream way has taken [the entrance portion] the external manifold method with this gestalt to being warmed intensively for the narrow reason, heating can do a fuel cell cell efficiently equally.

[0046] As mentioned above, although this invention was explained in full detail with reference to the specific operation gestalt, based on the matter of a publication, further various alterations are possible for this invention to a claim, without being limited to this gestalt. For example, a temperature detection means to detect the temperature of a fuel cell cell may carry out direct detection of the temperature of the separator of a fuel cell cell. Moreover, as a stage to perform heating operation, an OAT can also use for the moisture removal in the stack of a fuel cell cell by warm air as a time of the shutdown of not only a low case but a fuel cell at the time of low-temperature starting mentioned to the operation gestalt (freezing point environment) (when there is fear of a freeze at supply temperature). Furthermore, about the content of an operation control, control of the supply air volume of the 2nd operation gestalt and control of the amount of heating of the 3rd operation gestalt should be combined.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

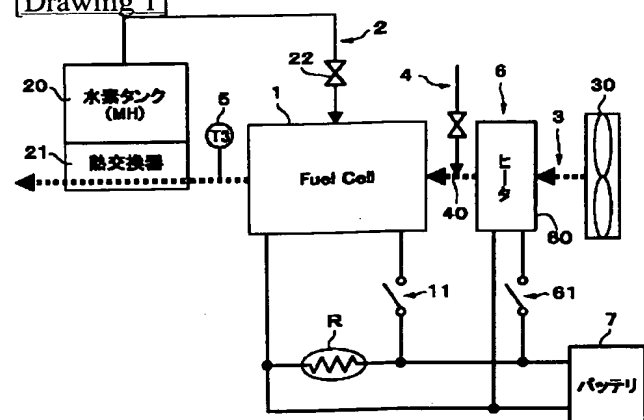
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

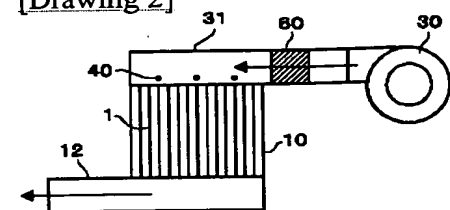
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]

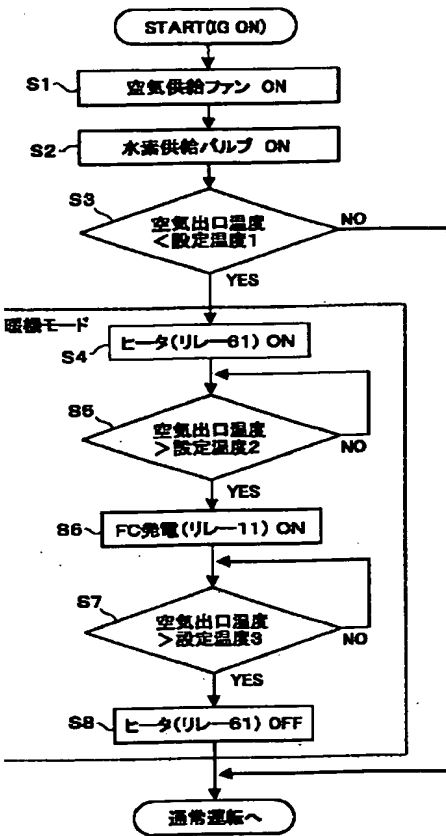


[Drawing 2]

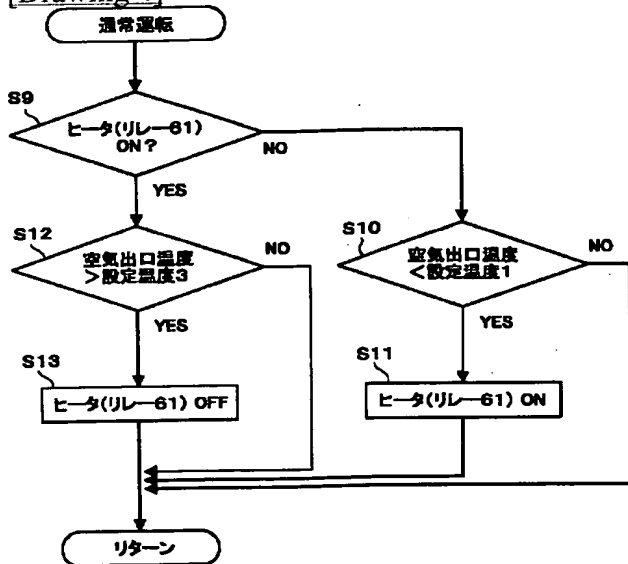


[Drawing 3]

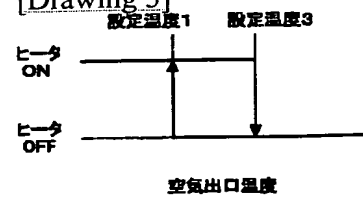
THIS PAGE RI ANK (110770)



[Drawing 4]

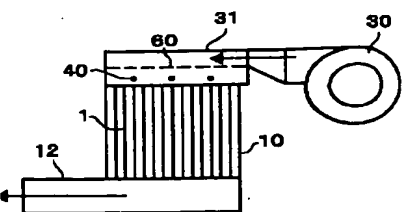


[Drawing 5]

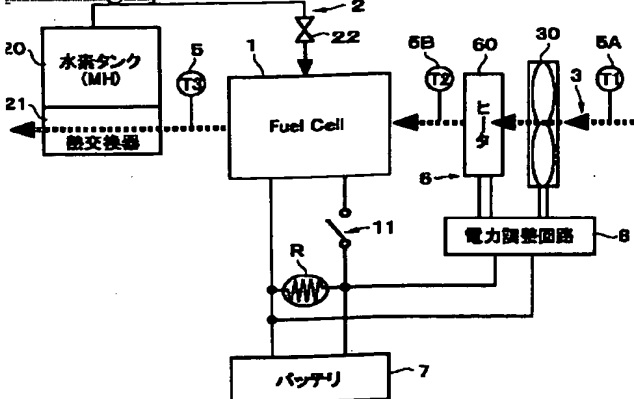


[Drawing 9]

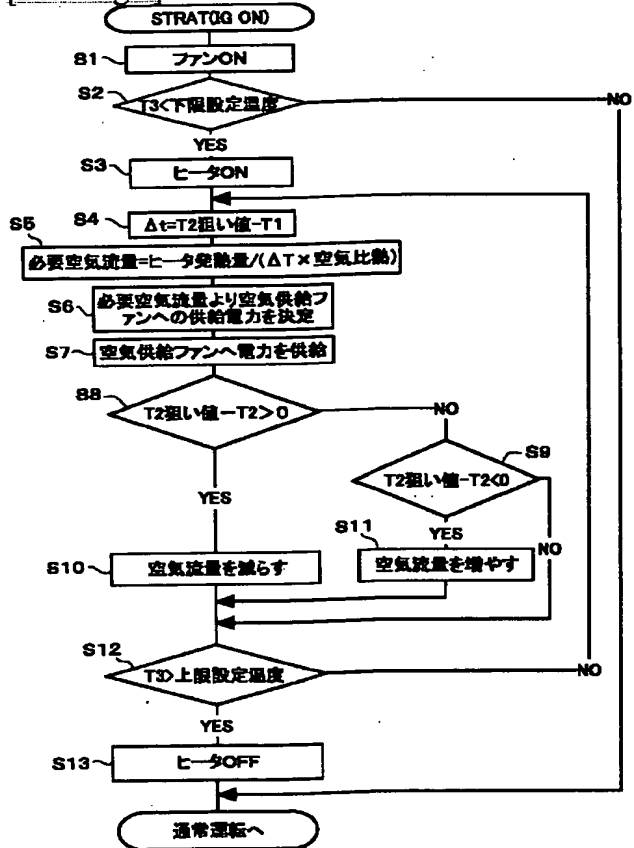
THIS PAGE BLANK (USPTO)



[Drawing 6]

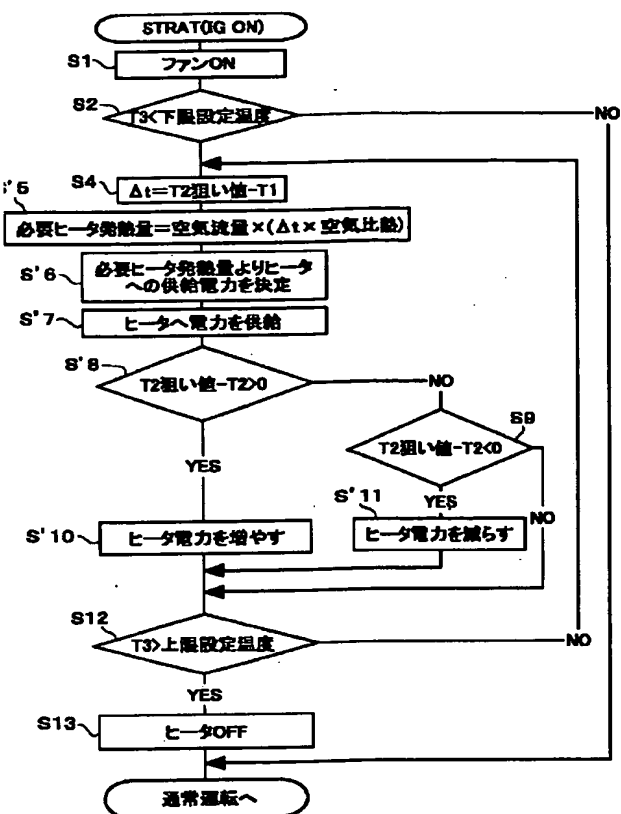


[Drawing 7]

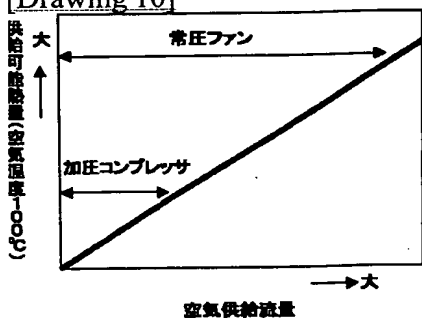


[Drawing 8]

THIS PAGE BLANK (USPTO)



[Drawing 10]



[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-93445
(P2002-93445A)

(43) 公開日 平成14年3月29日 (2002.3.29)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード(参考)
H 0 1 M 8/04		H 0 1 M 8/04	T 5 H 0 2 6
8/10		8/10	5 H 0 2 7

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-275638(P2000-275638)

(22) 出願日 平成12年9月11日(2000.9.11)

(71) 出願人 591261509

株式会社エクス・リサーチ

東京都千代田区外神田2丁目19番12号

(72) 発明者 白石 剛一

東京都千代田区外神田2丁目19番12号 株

式会社エクス・リサーチ内

(74) 代理人 100095108

弁理士 阿部 英幸

Fターム(参考) 5H026 AA06 CC08 HH08

5H027 AA06 BA14 CC04 CC06 CC09

CC11 KK44 KK46 KK48 KK51

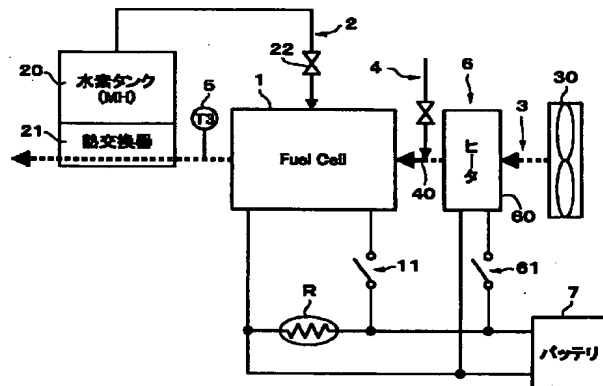
MM04 MM16 MM21 MM27

(54) 【発明の名称】 燃料電池装置及びその運転方法

(57) 【要約】

【課題】 常圧で空気を燃料電池セルに供給する燃料電池装置において、始動時の発電効率を向上させ、氷点下など低温下での装置内の氷を解凍する。

【解決手段】 燃料電池セル1と、その空気極に常圧で空気を供給する空気供給手段30とを備える燃料電池装置において、燃料電池セルの温度を検出する温度検出手段5と、それが検出する温度に基づいて供給空気を加熱する空気加熱手段60を設けた。燃料電池セルを供給空気で暖機するため、装置を大型化させずに高い加熱能力を設定することができ、始動時の発電効率を向上させ、装置内の氷を解凍する暖機時間が短くなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料電池セルと、該燃料電池セルの空気極に空気を供給する空気供給手段とを備える燃料電池装置において、

前記燃料電池セルの温度を検出する温度検出手段と、該温度検出手段により検出される燃料電池セルの温度に基づいて供給空気を加熱する空気加熱手段が設けられたことを特徴とする燃料電池装置。

【請求項2】 前記空気供給手段は、回転ファンであることを特徴とする、請求項1記載の燃料電池装置。

【請求項3】 前記温度検出手段は、燃料電池セルからの排出空気の温度を検出することを特徴とする、請求項1又は2記載の燃料電池装置。

【請求項4】 前記温度検出手段は、燃料電池セルへの供給空気の温度を検出することを特徴とする、請求項1、2又は3記載の燃料電池装置。

【請求項5】 前記空気供給手段は、温度検出手段により検出される燃料電池セルの温度に基づいて供給空気の量を制御することを特徴とする、請求項1～4のいずれか1項記載の燃料電池装置。

【請求項6】 前記空気加熱手段は、温度検出手段により検出される燃料電池セルの温度に基づいて供給空気の加熱量を制御することを特徴とする、請求項1～5のいずれか1項記載の燃料電池装置。

【請求項7】 前記燃料電池セルの空気極の表面に水を液体の状態で供給する水供給手段を備え、該水供給手段は、空気加熱手段と燃料電池セルとの間に配置された、請求項1、2又は3記載の燃料電池装置。

【請求項8】 燃料電池セルの空気極に、空気供給手段により空気を供給しつつ、温度検出手段により検出される燃料電池セルの温度に応じて空気加熱手段により供給空気を加熱する燃料電池装置の運転方法において、前記温度検出手段により検出される燃料電池セルの温度が、設定下限温度を下回るときに、前記加熱手段を作動させ、設定上限温度を上回るときに、前記加熱手段の作動を停止させることを特徴とする燃料電池装置の運転方法。

【請求項9】 前記設定上限温度と設定下限温度との間に所定の温度差をもたせたことを特徴とする、請求項8記載の燃料電池装置の運転方法。

【請求項10】 前記温度検出手段により検出される燃料電池セルの温度が、燃料電池発電可能最低温度になると燃料電池の発電を開始することを特徴とする請求項8又は9記載の燃料電池装置の運転方法。

【請求項11】 前記燃料電池発電可能最低温度は、設定下限温度より低温であることを特徴とする、請求項10記載の燃料電池装置の運転方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池装置とそ

の運転方法に関し、特に低温時において燃料電池を効率良く発電させる技術に関する。

【0002】

【従来の技術】燃料電池の一形式として、高分子固体電解質膜を用いるものがある。この形式の燃料電池は、発電ロスによる発熱が小さいため、常温での発電効率が良いである反面、低温では、発電効率が極端に低くなるという特性を有する。したがって、この燃料電池は、冷機状態での始動直後に十分な発電能力を発揮させることが困難である。

【0003】こうした冷機状態への対応に関して、従来、燃料電池装置の循環冷却水を加熱し、これを用いて燃料電池を暖機する技術がある。その1つとしては、冷却水を加熱して燃料電池に供給し、暖機する方法で、例えば特開平7-94202号公報に開示の技術では、冷却水循環系の貯水タンクにヒータを内蔵させ、始動時にこのヒータを二次電池又は燃料電池からの電力供給で作動させるものである。また、他の方法として、加圧式の空気供給方式を採る燃料電池装置において、空気供給コンプレッサの断熱圧縮に伴う熱で暖められた空気を送り暖機するという方法もある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の冷却水を加熱して燃料電池に供給する技術では、冷却媒体及び冷却装置の熱容量が大きく、しかも燃料電池セル全体を暖めるため、暖気に要する動力が大きくなる。また、冷却循環系を有するため、燃料電池セルのスタックやシステム全体が大型になる。他方、断熱圧縮に伴う熱で暖機する方式では、加圧方式であることから、供給できる空気量に制限があり、加熱量が小さい。また、供給空気温度が高くなり、局所的に高温な部分ができ、電極、電解質膜、シール材の破損の恐れがある。

【0005】そこで本発明は、空気を燃料電池セルに供給する燃料電池装置において、燃料電池装置を供給空気で暖機することで、始動時の燃料電池の発電効率を向上させ、又は氷点下など低温下での装置内の水を解凍する装置を提供することを第1の目的とする。次に本発明は、上記燃料電池装置において、始動時の燃料電池の発電効率を向上させ、又は氷点下など低温下での装置内の水を解凍する運転方法を提供することを第2の目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明は、燃料電池セルと、該燃料電池セルの空気極に空気を供給する空気供給手段とを備える燃料電池装置において、前記燃料電池セルの温度を検出する温度検出手段と、該温度検出手段により検出される燃料電池セルの温度に基づいて供給空気を加熱する空気加熱手段が設けられたことを構成とする。

【0007】上記構成において、空気供給手段は、回転

ファンとするのが有効である。

【0008】上記いずれかの構成において、温度検出手段は、燃料電池セルからの排出空気の色を色検出する構成とするのが有効である。

【0009】あるいは、上記温度検出手段は、燃料電池セルへの供給空気の温度を検出する構成としてもよい。

【0010】また、上記いずれかの構成において、空気供給手段は、温度検出手段により検出される燃料電池セルの温度に基づいて供給空気の量を制御する構成を採ると更に有効である。

【0011】また、上記いずれかの構成において、空気加熱手段は、温度検出手段により検出される燃料電池セルの温度に基づいて供給空気の加熱量を制御する構成を採るのも有効である。

【0012】更に、上記いずれかの構成において、燃料電池セルの空気極の表面に水を液体の状態で供給する水供給手段を備え、該水供給手段は、空気加熱手段と燃料電池セルとの間に配置された構成を採るのも有効である。

【0013】次に本発明は、燃料電池セルの空気極に、空気供給手段により空気を供給しつつ、温度検出手段により検出される燃料電池セルの温度に応じて空気加熱手段により供給空気を加熱する燃料電池装置の運転方法において、前記温度検出手段により検出される燃料電池セルの温度が、設定下限温度を下回るときに、前記加熱手段を作動させ、設定上限温度を上回るときに、前記加熱手段の作動を停止させることを構成とする。

【0014】上記の方法において、設定上限温度と設定下限温度との間に所定の温度差をもたせた構成にするのが有効である。

【0015】上記いずれかの方法において、温度検出手段により検出される燃料電池セルの温度が、燃料電池発電可能最低温度になると燃料電池の発電を開始する構成とするのが有効である。

【0016】上記いずれかの方法において、燃料電池発電可能最低温度は、設定下限温度より低温とするのが有効である。

【0017】

【発明の作用及び効果】前記請求項1記載の構成では、燃料電池セルに供給される空気を燃料電池セルの温度に応じて加熱することで、燃料電池セルを供給空気中で暖機することができるため、装置の大型化を招くことなく、高い加熱能力を設定することができ、それにより始動時の燃料電池の発電効率を向上させ、又は氷点下など低温下での装置内の氷を解凍する暖機時間を短くすることができる。

【0018】そして、請求項2に記載の構成とすると、加圧式の空気供給に比べて供給空気の流量の確保が容易となるため、低温時にも燃料電池セルの温度に応じた十分な加熱容量を得ることができる。

【0019】更に、請求項3に記載の構成とすると、燃料電池セルの温度をその反応状態を反映する排出空気の温度で検出することで、温度に応じた的確な加熱を行なうことができる。

【0020】また、請求項4に記載の構成とすると、燃料電池セルへの供給空気の温度を検出することで、より適性に燃料電池セルの温度を制御することができるようになり、それにより迅速に燃料電池の始動や氷点下など低温下での装置内の氷の解凍を行なうことができる。

【0021】更に、請求項5に記載の構成とすると、空気加熱手段による加熱下で、供給空気の温度を空気供給手段による供給量の制御でも調整可能となるため、燃料電池セルの温度を所定の値にする制御がより容易となる。

【0022】また、請求項6に記載の構成とすると、空気供給手段により供給される空気量に対して、供給空気の温度を空気加熱手段による加熱量の制御で調整可能となるため、燃料電池セルの温度を所定の値にする制御がより容易となる。

【0023】更に、請求項7に記載の構成とすると、燃料電池セルの空気極の表面に供給される水も加熱された供給空気中で温めることができるため、より一層燃料電池セルの温度を所定の値にする制御が容易となる。

【0024】次に、請求項8に記載の構成とすると、加熱手段の単純なオン・オフ制御で燃料電池セルの温度を設定下限温度と設定上限温度の範囲内に保つ運転が可能となる。これにより、装置の大型化を招くことなく、始動時の燃料電池の発電効率を向上させ、又は氷点下など低温下での装置内の氷を解凍することができる。

【0025】そして、請求項9に記載の構成とすると、設定上限温度と設定下限温度との間に所定の幅をもたせることで、温度制御の不安定を防ぐことができる。

【0026】また、請求項10に記載の構成とすると、燃料電池の運転を発電可能最低温度から迅速に開始させることができ、供給空気の加熱によるエネルギーロスを防ぐことができる。

【0027】また、請求項11に記載の構成とすると、設定下限温度が燃料電池発電可能最低温度より高い温度となるため、燃料電池が発電を開始しない時期からの不要な供給空気の加熱によるエネルギーロスを防ぐことができる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の実施形態を説明する。図1は本発明の一実施形態に係る燃料電池装置のシステム構成を示す。この装置は、燃料電池セル(Fuel Cell)1と、燃料電池セル1の図示しない燃料極に水素タンク20の水素吸収蔵合金(MH)を熱交換器21により加熱して燃料ガスとしての水素を供給する燃料供給系2と、燃料電池セル1の図示しない空気極に酸化ガスとしての空気を供給する空気

供給系 3 と、燃料電池セル 1 に水を供給する水供給系 4 とを主たる構成要素として備えている。更に、本発明の特徴に従い、燃料電池セル 1 の温度を検出する温度検出手段 5 と、温度検出手段 5 により検出される燃料電池セル 1 の温度に基づいて供給空気を加熱する空気加熱手段 6 が設けられている。

【0029】この形態では、空気供給系 3 の空気供給手段 30 は、常圧で空気を供給する回転ファン（以下、空気供給ファンという）で構成されている。また、温度検出手段 5 は、燃料電池セル 1 の排出空気の温度 T_3 を検出する温度センサとされている。更に、この装置の水供給系 4 における水供給手段 40 は、水噴射ノズルで構成され、空気加熱手段 6 と燃料電池セル 1 との間に配置されて、燃料電池セル 1 の空気極の表面に水を液体の状態で供給するものとされている。

【0030】燃料電池本体 1 の温度に基づいて供給空気を加熱する空気加熱手段 6 は、ヒータ 60 で構成され、このヒータ 60 は、付帯設備の駆動電源を構成する二次電池としてのバッテリー 7 に接続され、その接続回路に介挿されたリレー 61 の開閉によりオン・オフ制御可能とされている。また、燃料電池セル 1 とインバータ制御のモータ等からなる外部負荷 R とを接続する回路には他のリレー 11 が介挿され、このリレー 11 は、空気加熱手段 6 の制御と関連制御可能とされている。

【0031】図 2 に燃料電池セル 1 と空気供給系 3 の接続関係を模式化して示すように、燃料電池セル 1 は筐体 10 内に収容されている。燃料電池セル 1 は、空気の流れ方向の長さ（縦方向寸法）が、空気の流れを横断する方向の長さ（横方向寸法）より短い板状の各セルモジュールを立てた状態で多数積層集合させたスタックとして構成されている。各セルモジュールは、固体高分子電解質を燃料極と空気極とで挟持したものを、更にカーボンブラックのセパレータで挟持した構成とされている。そして、各セルモジュールの燃料極は、モジュールを横断する通孔を介して水素ガスの導入配管に接続され、空気極は、各モジュールの縁部の空気導入溝を経て筐体 10 内に開いた構成とされている。空気供給手段 30 と筐体 10 とはマニホールド 31 で接続されており、マニホールド 31 の終端が筐体 10 の上部に開口している。筐体 10 の下部は、図 1 に示す熱交換器 21 に排気ダクト 12 を介して連結されている。水噴射ノズル 40 は筐体 10 の上部で水を供給空気の流れを横断する向きで水平方向に噴射するように複数配置されている。

【0032】こうした構成からなる燃料電池装置は、水素供給バルブ 22 を開いて、水素吸蔵合金に吸蔵させた水素を燃料電池セル 1 の燃料極に燃料ガスとして供給する一方、空気供給ファン 30 を起動させて、図 2 に矢印で示すように、空気を空気供給ファン 30 から吸引させ、空気マニホールド 31 経由で筐体 10 に送り込む操作で供給空気の一部が酸化ガスとして燃料電池セル 1 の

空気極に供給されて発電が行われる。この発電状態で、必要に応じて連続又は間欠的に水供給系の水噴射ノズル 40 から筐体 10 の上部に、主として冷却のために水を噴射させることで、燃料電池セル 1 への水の供給が行われる。筐体 10 内で燃料電池セル 1 を抜けた加熱された空気は、ダクト 12 を通って熱交換器 21（以下、図 1 参照）に入り、そこで水素タンク 20 の水素吸蔵合金（MH）に伝熱して、図示しない水凝縮器で除湿されて、最終的に排気ダクトから排出される。

【0033】上記のように空気供給ファン 30 により常圧で空気が燃料電池セル 1 に供給される燃料電池装置において、特に始動時又は氷点下など低温下での燃料電池の発電を効率よく行なわせるために、燃料電池装置を加熱し、また、装置内の氷を解凍する必要がある。そこで、本発明に従う以下に述べるような運転制御が行なわれる。

【0034】図 3 は始動時の暖機運転の内容を示すフローチャートである。このフローは、イグニションスイッチのオンで開始されるものとし、当初のステップ S1 で空気供給ファン 30 のオンにより燃料電池セル 1 への空気供給を開始する。次いでステップ S2 により水素供給バルブ 22 を開いて水素の供給を開始し、ステップ S3 により、予め定めたヒータ暖機開始温度としての設定下限温度（以下、設定温度 1 という）を基準とする空気出口温度 T_3 の判定を、温度検出手段 5 の検出値に基づき開始する。この判定により空気出口温度 T_3 が設定温度 1 未満の場合に、以下の暖機モードの運転を開始する。

【0035】暖機モードの運転に入ると、ステップ S4 でリレー 61 のオンによりヒータ 60 を作動させ、次のステップ S5 により空気出口温度 T_3 を、これも予め定めた発電可能最低温度としての設定温度 2 との比較で監視する。ステップ S5 の監視判断により設定温度 2 を超えたことが確認されると、ステップ S6 によるリレー 11 のオンにより燃料電池発電を開始し、更に次のステップ S7 により、今度は空気出口温度 T_3 を、予め定めたヒータ暖機終了温度としての設定上限温度（以下、設定温度 3 という）との比較で監視する。上記の各設定温度の関係は、燃料電池発電可能最低温度は $-30^{\circ}\text{C} \sim -10^{\circ}\text{C}$ であることから、設定温度 1 は $-30^{\circ}\text{C} \sim -10^{\circ}\text{C}$ 程度で燃料電池発電可能最低温度より高くし、設定温度 3 は設定温度 1 + 2°C 程度とするのが望ましい。したがって、各設定温度間には、設定温度 2 < 設定温度 1 < 設定温度 3 の関係が成立する。また、設定温度 1 と設定温度 3 の値の間に所定の温度差をもたせているのは、ヒータ 60 のオン・オフ制御の安定性を確保するためである。ステップ S7 の監視判断により設定温度 3 を超えたことが確認されると、ステップ S8 によりリレー 61 のオフによりヒータ 60 の作動を停止させ、通常運転へ移行する。途中、ステップ S3 の空気出口温度 T_3 の判断が不成立の設定温度 1 以上の場合には、暖機モー

ドの運転を行わずに、直接通常運転へ移行する。

【0036】このようにして当初のイグニッションスイッチのオン時の制御を経て定常状態となった後は、次の図4に示す定常時の制御を行なう。図4は定常時の暖機運転の内容を示すフローチャートである。このフローは、当初のステップS9でリレー61のオン判定によりヒータ60が作動中であるか否かの判断を行なう。この判定は、当初は不成立となるので、ステップ10に進み、空気出口温度T3が設定温度1未満であるか否かの判断を行なう。この設定温度は、先の設定温度1と同じでもよいし、始動時と定常時で条件が異なるのに合わせて異なる設定としてもよい。この判断が成立すると、次のステップS11によりリレー61のオンによりヒータ60を作動させ、リターンする。そして、次のルーチンからはステップS9の判断が成立するようになるので、今度はステップS12により空気出口温度T3が設定温度3を超えたか否かの判断を行なう。この設定温度3についても先の設定温度3と同じでもよいし、異なる設定としてもよい。この判断は当初は不成立となるので、そのままリターンする。やがてステップS12の判断が成立したところでステップS13によりリレー61をオフとしてヒータ60の作動を止め、リターンする。その後のこのルーチンは、空気出口温度T3が設定温度1未満となる寒冷状態を条件として、空気出口温度T3をリレー61のオン・オフによるヒータ60の作動・停止制御で、設定温度1と設定温度3との間に保つ図5に示す温度保持を行なうことになる。

【0037】かくして、この第1実施形態によれば、燃料電池セル1の空気極に、空気供給ファン30により空気を供給しつつ、温度検出手段5により検出される燃料電池セル1の温度に応じてヒータ60により供給空気を加熱する燃料電池装置において、温度検出手段5により検出される燃料電池セル1の温度T3が、設定温度1を下回るときに、ヒータ60を作動させ、設定温度3を上回るときに、ヒータ60を停止させる運転が行なわれる。そして、上記運転に際して、設定温度3と設定温度1との間に所定の幅（本実施形態において、2°C程度）が保たれ安定した制御が行なわれる。また、この運転では、温度検出手段5により検出される燃料電池セル1の温度T3が、燃料電池発電可能最低温度に対応させた設定温度2になると燃料電池の発電が開始される。この燃料電池発電可能最低温度は、設定温度1より低温である。

【0038】上記第1実施形態では、専ら温度条件によりヒータ60をオン・オフ制御する最も単純な方式で本発明を具体化した。燃料電池セル1の温度は、ヒータ60をオンとして加熱下でも供給空気量を変化させることで制御可能である。そこで、次にヒータオン状態の下で、供給空気量を制御する第2実施形態を説明する。

【0039】図6は第2実施形態のシステム構成を示

す。このシステムの基本構成は、前記第1実施形態と同様であるので、以下相違点を主に説明する。なお、図6において、水供給系の図示は省略されている。この形態では、先の第1実施形態のヒータ制御用のリレーに代えて、空気供給ファン30とヒータ60とを関連制御する電力調整回路8が設けられている。また、この関連制御のために、外気温を反映する空気供給ファン30の入口側の空気温度T1と、ヒータ60の出口側の温度、すなわち燃料電池入口側の空気温度T2を検出する温度検出手段5A、5Bが追加されている。

【0040】図7はこの形態における始動時の暖機運転の内容を示すフローチャートである。このフローもステップS1による空気供給ファン30のオンで開始する。次のステップS2では、空気出口温度T3が予め設定されたヒータ60を起動するための温度、すなわち下限設定温度より低いかなどかを判定する。この判断が成立する低温時は、ステップS3によりヒータ60を作動させる。次のステップS4は、空気供給ファン入口温度T1と目標とする燃料電池入口空気温度（T2狙い値という）との差から加熱量 Δt を求める処理である。このT2狙い値は、燃料電池に供給されるのに最も適した温度として設定する固定値であり、例えば10°C～30°C程度に設定する。次のステップS5では、空気供給ファン30から供給する空気流量を決定するために、

$$\text{必要空気流量 (g/s)} = \text{ヒータ発熱量 (J/s)} / (\Delta t \text{ (K)} \times \text{空気比熱 (J/g} \cdot \text{K)})$$

を求める。ここで、ヒータ発熱量はオン・オフの制御なので固定値、空気比熱は1.0 (J/g・K)である。上記の式に補正係数kを入れる必要がある場合もある。そのときは、

$$\text{必要空気流量 (g/s)} = k \times \text{ヒータ発熱量 (J/s)} / (\Delta t \text{ (K)} \times \text{空気比熱 (J/g} \cdot \text{K)})$$

となる。こうして得られた必要空気流量により、次のステップS6で空気供給ファン30への供給電力を決定する。そして、ステップS7で空気供給ファン30へ電力を供給する。

【0041】こうしてステップS8により、燃料電池入口空気温度T2がT2狙い値に達しているか否か（T2狙い値－T2>0）を判定する。この判定が成立の場合は、燃料電池入口空気温度T2が低すぎることになるので、次のステップS10で空気流量を減らす（実際は（T2狙い値－T2）×Pゲインに応じて空気流量を減らす）。一方、ステップS8による判定が不成立の場合、ステップS9によりT2狙い値－T2<0かどうかを判定する。この判定が成立する場合は、燃料電池入口空気温度T2が高すぎることになるので、ステップS11で空気流量を増やす（実際は（T2狙い値－T2）×Pゲインに応じて空気流量を増やす）。こうした制御の下に、ステップS12で空気出口温度T3が予め設定されたヒータ60を停止させる温度、すなわち設定上限温

度に達したか否かを監視する。この監視判断が成立するまでステップS4以降の処理を繰り返す。そして、ステップS12の判断が成立したところでステップS13に進み、ヒータ60をオフとし、通常運転へ移行する。

【0042】上記第2実施形態と同様の制御を逆に供給空気量一定の状態、ヒータ60の発熱量の制御で行なうこともできる。そこで、次にこうした制御形態を採る第3実施形態を説明する。この場合の制御内容は、実質前記第2実施形態の空気供給量の制御をヒータ発熱量の制御に置き換えたものとなるので、第2実施形態と対応するステップについては同様のステップ番号を付して説明に代え、置き換えに相当する部分のステップについては、同様の番号に「'」を付して以下に説明する。

【0043】この運転制御におけるステップS'5では、ヒータ60から供給する発熱量を決定するために、ヒータ発熱量 $(J/s) = \text{空気流量} (g/s) \times (\Delta t (K) \times \text{空気比熱} (J/g \cdot K))$

を求める。ここで、空気流量は特に制御を行なわない固定値、空気比熱は $1.0 (J/g \cdot K)$ である。この場合も上式に補正係数 k を入れる必要がある場合もある。そのときは、

ヒータ発熱量 $(J/s) = k \times \text{空気流量} (g/s) \div (\Delta t (K) \times \text{空気比熱} (J/g \cdot K))$

となる。次のステップS'6は、ヒータ発熱量によりヒータ60への供給電力を決定する処理である。また、ステップS'7は、ヒータ60へ電力を供給する処理である。更に、ステップS'10は、ヒータ60への供給電力を増やす処理となる（実際は $(T2 \text{ 狙い値} - T2) \times P \text{ ゲイン}$ に応じて供給電力を増やす）。同様にステップS'11もヒータへの供給電力を減らす（実際は $(T2 \text{ 狙い値} - T2) \times P \text{ ゲイン}$ に応じて供給電力を減らす）処理となる。

【0044】上記各実施形態における空気加熱手段60の具体的構成としては、図2に示すように、空気供給ファン30の出口のところに配して、通過する空気を直接加熱する構造が一般的であり、この場合は、電熱線を蛇行状あるいは渦巻き状に配して、圧損の増加を防ぎながら接触面積を確保する方法が有効である。他の構造として、図9に示すように、空気加熱手段60を空気供給マニホールド31の水噴射ノズル40の更に上部に配置して、供給空気を加熱する構造も圧損の低減の点で有効であり、この場合は、格子状に電熱線を張り巡らせた構造とするのも一法である。当然に、供給空気の加熱が可能なら他の方法を採用することもできる。

【0045】以上詳述したように、前記各実施形態の燃料電池装置によれば、常圧で燃料電池セル1に供給される空気を燃料電池セル1の温度に応じて加熱することで、燃料電池セル1を供給空気で暖機することができるため、装置の大型化を招くことなく、高い加熱能力を設定することができ、それにより始動時の燃料電池の発電

効率を向上させ、又は氷点下など低温下での装置内の氷を解凍する暖機時間を短くすることができる。特に、空気供給温度が上限値以下となるようにした場合の加熱量を加圧コンプレッサと常圧ファンとで比較して図10に示すように、加熱量は空気流量、温度に比例して大きくなることから、前記各実施形態のような常圧空気供給タイプの燃料電池の場合は、加圧型の燃料電池に比べて少ない動力で大量に空気を送れる点で有利となる。また、セパレータの形状が、空気流路に対して縦方向に短くなっているため、一般的な流路が折れ曲がった螺旋状になっているような流路長が長い方式に比べて、燃料電池セル1内の温度分布が小さくなる。また、内部マニホールド型では、空気流路の入口が細いため、入口部分が集中的に暖められてしまうのに対して、本形態では、外部マニホールド方式を採っているため、燃料電池セルを均等に効率良く加熱ができる。

【0046】以上、本発明を特定の実施形態を参照して詳述したが、本発明はこの形態に限定されることなく、特許請求の範囲に記載の事項に基づき、更に種々の改変が可能である。例えば、燃料電池セルの温度を検出する温度検出手段は、燃料電池セルのセパレータの温度を直接検出するものであってもよい。また、加熱運転を行なう時期としては、実施形態に挙げた低温始動時（氷点下環境）、外気温度が低い場合（供給温度で凍結の恐れがある場合）に限らず、燃料電池の運転停止時として、温風で燃料電池セルのスタック内の水分除去に用いることもできる。更に、運転制御の内容については、第2実施形態の供給空気量の制御と、第3実施形態の加熱量の制御を組合せたものとすることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る燃料電池装置のシステム構成図である。

【図2】第1実施形態における燃料電池セルと空気供給系の関連構造を示す模式断面図である。

【図3】第1実施形態のシステムによる始動運転方法を示すフローチャートである。

【図4】第1実施形態のシステムによる定常運転方法を示すフローチャートである。

【図5】第1実施形態のシステムによる設定温度と加熱手段のオン・オフの関係を示す説明図である。

【図6】本発明の第2実施形態に係る燃料電池装置のシステム構成図である。

【図7】第2実施形態のシステムによる始動運転方法を示すフローチャートである。

【図8】本発明の第3実施形態の始動運転方法を示すフローチャートである。

【図9】第1実施形態に対する空気加熱手段の配置変更形態を示す模式断面図である。

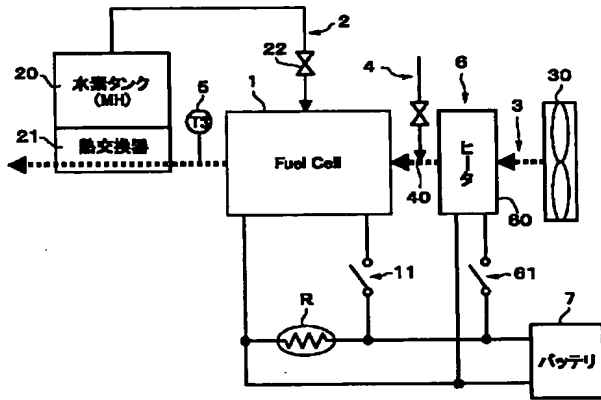
【図10】空気供給流量と供給可能熱量の関係を示すグラフである。

【符号の説明】

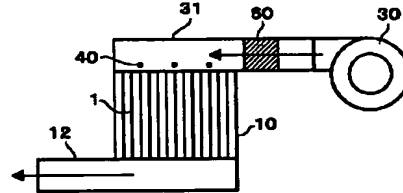
1 燃料電池セル
5 温度検出手段

30 空気供給ファン（空気供給手段）
40 水噴射ノズル（水供給手段）
60 ヒータ（空気加熱手段）

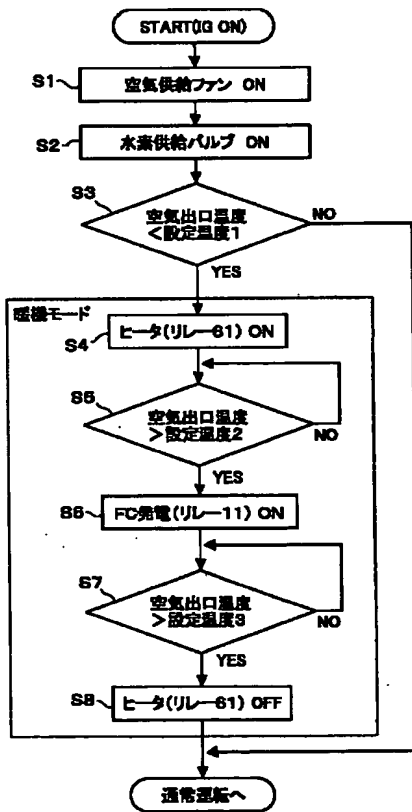
【図1】



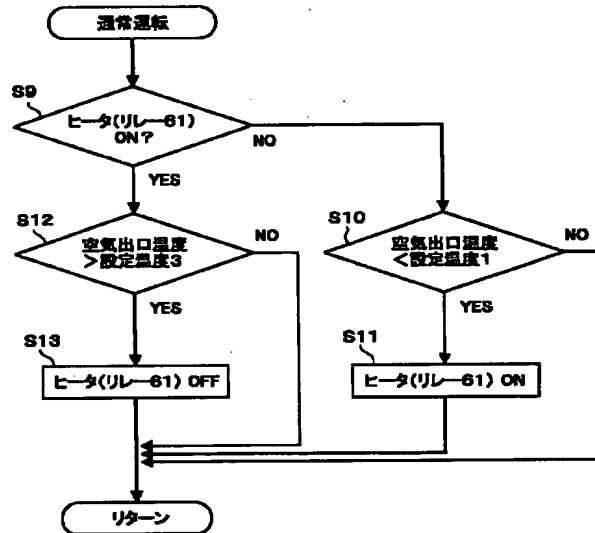
【図2】



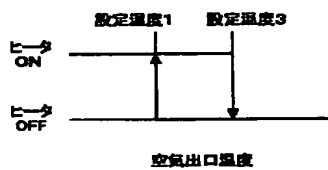
【図3】



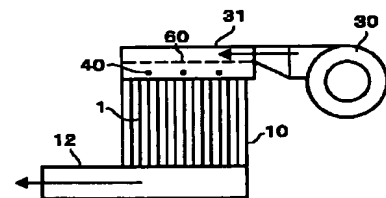
【図4】



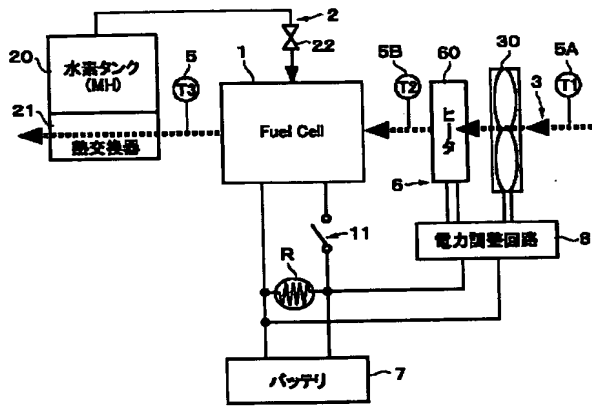
【図5】



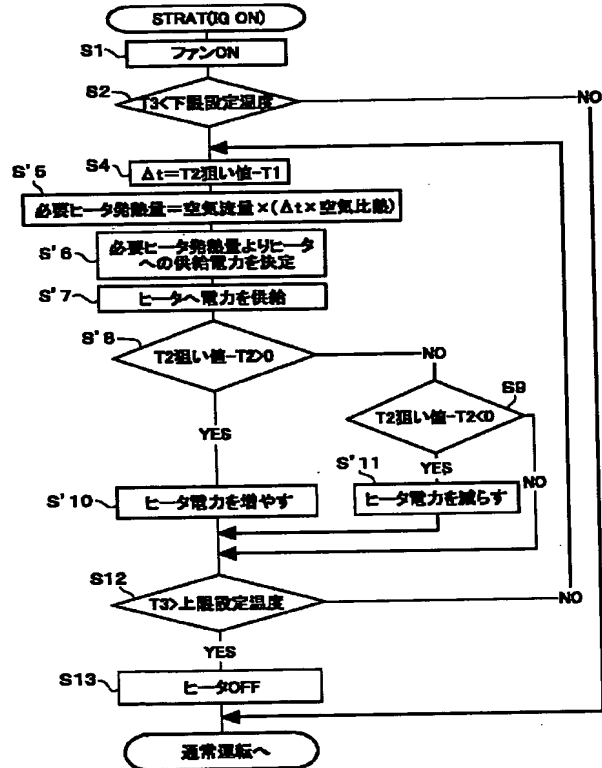
【図9】



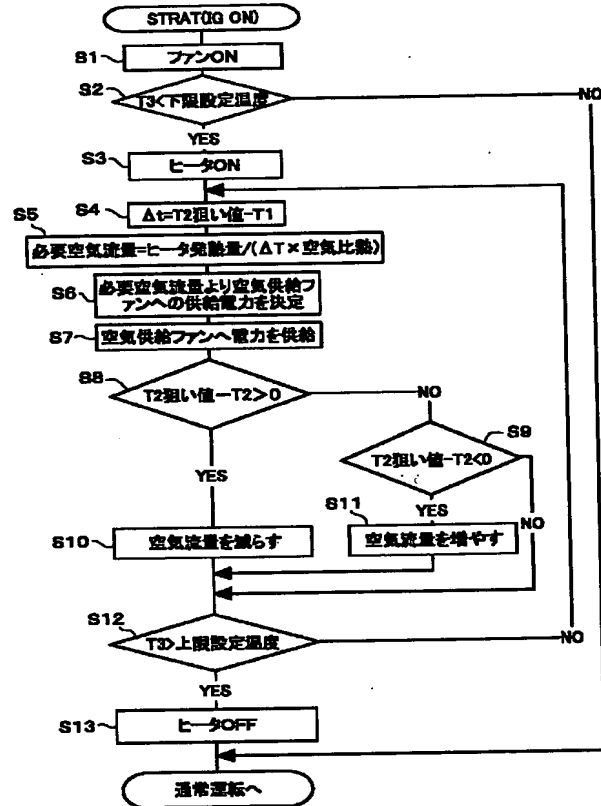
【図6】



【図8】



【図7】



【図10】

